

## 低空頭の海底軟弱地盤改良工法（マリンテック工法）

## ーオディクリーン工法による排出土の粒状化利用ー

鹿島建設(株) フェロー会員 五十嵐 寛昌  
 同 正 会 員 早川 康之  
 不動建設(株) 正 会 員 大林 淳  
 ケミカルグラウト(株) 関 政男  
 邦栄建設(株) 宮腰 昇

## 1. はじめに

空港に隣接する海上に人工島を築造する場合、低空頭で大深度可能な軟弱地盤改良工法が必要である。筆者らは、海底の表層地盤を改良してケーソンを設置して作業基地とし、空頭が低く大深度まで地盤改良が可能な高圧噴射攪拌工法を施工する工法（マリンテック工法）を開発した<sup>1)</sup>。マリンテック工法は、**図-1**に示すように、海底表層の軟弱地盤を機械式攪拌工法（JACSMAN 工法<sup>2)</sup>）により改良してケーソンを設置し、その上を作業基地として高圧噴射攪拌工法（スーパージェット工法<sup>3)</sup>）により海底表層部より下方の地盤を改良するもので、低空頭であることにより作業時間の制約を受けることなく、大深度まで地盤改良が可能である。海底地盤の表層をあらかじめ改良することにより、ケーソンの支持力を得るとともに、スーパージェット施工時の排泥を海中に拡散することなく回収することができる。

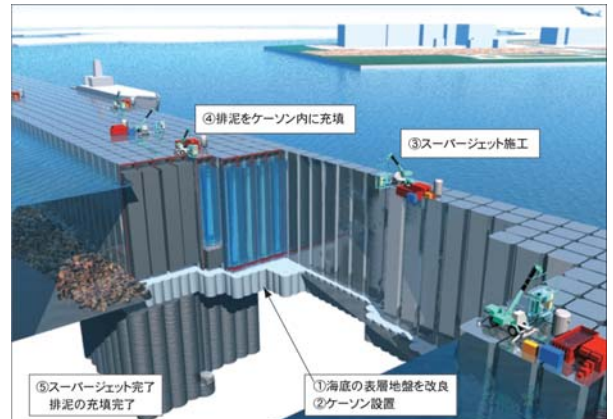


図-1 マリンテック工法の概要

## 2. スーパージェット排泥の粒状化工法による盛土材への利用

マリンテック工法においては、スーパージェットの施工に伴い発生する排泥（以下、SJ 排泥とする）をケーソンの中詰め材として使用するが、SJ 排泥の発生量がケーソンの中詰め容量を上回る場合には SJ 排泥が余剰となる。SJ 排泥は、数時間の後には硬化する自硬性を有しており、管中混合処理土と同様に地盤材料として利用できることを報告した<sup>1)</sup>。今回はさらにオディクリーン工法（泥土均一粒状化工法）<sup>4)</sup>により数分間で粒状化し、その力学的特性を調べたので報告する。オディクリーン工法は、高含水比の軟弱土を専用のプラントを用いて特殊固化材（セメント又は生石灰と高分子改良剤）を添加・混合して粒状化する工法である。

## (1) 実験の概要

東京湾臨海区域の有楽町層粘性土（**表-1**）を採取し、実験場所においてスーパージェット工法に用いる固化材スラリーを混合して実験用排泥を作成し、オディクリーン工法による粒状化を実施した。この粒状化土をドラム缶（容量 180 リットル）の中に投入して養生し、1 ヶ月間の強度および水質の変化、1 ヶ月後の強度・変形特性、さらには、仮置き後に盛土材として使用することを想定して、攪乱した後の締固め・強度特性を測定した。オディクリーン工法の添加剤の配合を 3 種類、改質粒状土の養生条件を 2 種類（気中及び海水中）とし、これらの組合せで計 6 種類の条件（**表-2**）の実験を実施した。海水は、市販の人工海水を使用して作成した。

(2) 粒状化土の強度の発現特性（**図-2**）

粒状化土の強度の発現状況をコーン貫入試験により測定した。コーン指数は、表面付近で小さく、上被り

キーワード：地盤改良，低空頭，海上施工，排泥，粒状化  
 連絡先：107-8388 東京都港区元赤坂 1-2-7 鹿島建設株式会社 土木管理本部土木技術部 03-5474-9125

表-1 粘土の物性

分類	砂質粘性土
湿潤密度	1.61g/cm <sup>3</sup>
含水比	61.40%
砂・礫分	20%
シルト分	40%
粘土分	40%
液性限界	67%
塑性限界	32%

表-2 実験条件

ケース	セメント 添加量 (kg/m <sup>3</sup> )	高分子 改良剤 (kg/m <sup>3</sup> )	養生 条件
1	150	3	海水中
2	100	4	
3	150	4	
4	150	3	気中
5	100	4	
6	150	4	

圧の大きい下方で大きい傾向を示した。また、時間の経過とともに添加剤の効果が発揮され大きくなった。養生条件については、気中養生>海水養生の傾向であり、配合条件については、高炉セメントおよびエコハートともに、添加量の多い方がコーン指数は大きくなっている。最も強度発現の早いケース6の場合においては、6時間後に深さ10cm以深のコーン指数が200 kN/m<sup>2</sup>を超えており、第4種改良土としての強度を有する状態になっている。さらに、1日経過後には、深さ20cm以深のコーン指数が800 kN/m<sup>2</sup>を超えており、第2種改良土としての強度を有する状態になっている。他のケースにおいても、時間経過とともに強度は増加し、1週間後には第2種改良土としての強度(800 kN/m<sup>2</sup>)を有する状態に達している。なお、粒状化土をドラム缶に投入後1日後および28日後において、pH及び六価クロム含有量を測定した結果、pHはかなり高く28日後に12程度となったが、六価クロムについては検出限界以下(<0.05mg/リットル)であった。

### (3) 28日後の強度・変形特性 (図-3, 4)

ドラム缶で養生した試料をボーリングによりコアサンプリングして、一軸圧縮試験を実施した。一軸圧縮強さ $q_u$ は、土被り圧の大きい下方で大きく、土被り0.7mで1,500 kN/m<sup>2</sup>程度となった。添加剤の混合量により $q_u$ は異なっており、添加量を変えることにより目標とする $q_u$ を得ることが可能と考えられる。 $q_u$ と変形係数 $E_{50}$ の関係は、 $E_{50}/q_u=100\sim 250$ であった。強度定数については、海水養生のケース3では破壊包絡線が下に凸となり、拘束圧200 kN/m<sup>2</sup>以下で $c_u=242.1$  kN/m<sup>2</sup>、 $\phi_{cu}=15.5^\circ$ 、拘束圧200 kN/m<sup>2</sup>以上で $c_u=0$  kN/m<sup>2</sup>、 $\phi_{cu}=35.9^\circ$ 、気中養生のケース6では $c_u=3.8$  kN/m<sup>2</sup>、 $\phi_{cu}=43.4^\circ$ であった。

### (4) 攪乱後の締固め・強度特性 (図-5)

仮置きした後に盛土材へ利用する場合を想定して、気中養生した試料を対象に締固め試験を実施した。突固め回数が多いほどコーン指数は大きくなり、2,800~16,000 kN/m<sup>2</sup>であった。また、強度定数は、 $c_u=50\sim 100$  kN/m<sup>2</sup>、 $\phi_{cu}=25\sim 30^\circ$ であり、仮置き後の盛土材として十分な強度を有すると考えられる。

## 3. まとめ

東京湾臨海区域の有楽町層粘性土を対象とするスーパーゼットの排泥をオディクリーン工法により粒状化した土は、陸上での盛り土、海中への投入盛立て、仮置き後の転圧締固めなど盛土材に適した性状を有するものと判断できる。

<参考文献>

- 1)五十嵐寛昌ほか：低空頭の海底軟弱地盤改良工法（マリテック工法），第40回地盤工学研究発表会，地盤工学会，2005.7
- 2),3),4) 国土交通省新技術情報提供システム(NETIS)に登録済。

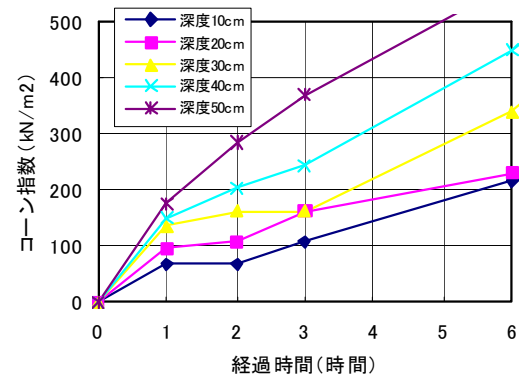


図-2 コーン指数の経時変化(ケース6)

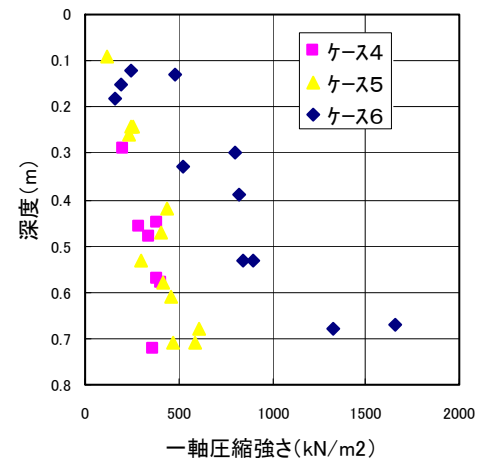


図-3 一軸圧縮強さの深度分布

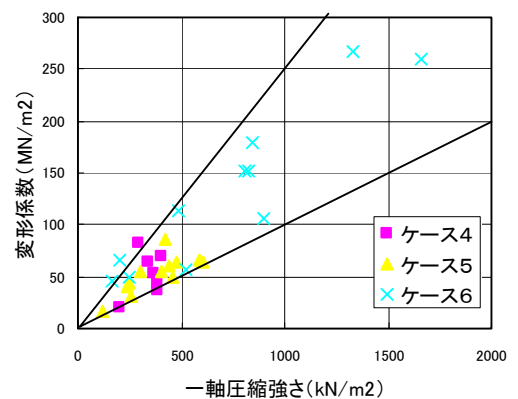


図-4 一軸圧縮強さと変形係数の関係

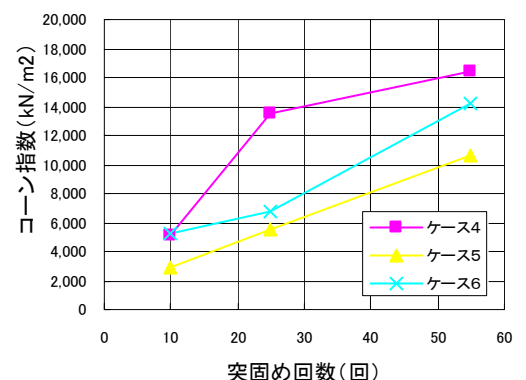


図-5 突固め回数とコーン指数の関係